

REFLECTION TYPE LIQUID CRYSTAL ELECTRO-OPTICAL DEVICE

Patent Number: JP2236523
Publication date: 1990-09-19
Inventor(s): SONEHARA TOMIO
Applicant(s):: SEIKO EPSON CORP
Requested Patent: ☐ JP2236523
Application Number: JP19890154017 19890616
Priority Number(s):
IPC Classification: G02F1/1335
EC Classification:
Equivalents: JP2616014B2

Abstract

PURPOSE: To obtain the reflection type electro-optical device which scarcely causes a light quantity loss and takes a large manufacturing margin by optimizing a twist angle and an incident polarization angle.

CONSTITUTION: A twisted nematic liquid crystal 104 is inserted and held between a transparent substrate 101 and an opposed substrate 103 in which a reflecting film 102 is installed, in the case when a twist angle 201 of a nematic liquid crystal layer is 63 degrees, and the product $\Delta n d$ of a double refraction of the liquid crystal and thickness of the liquid crystal layer is 0.2. As for an incident light which becomes a linearly polarized light by a polarization element installed adjacently, an angle is set so that it is made incident on a director 203 of a liquid crystal molecule 202 of an incident side along an electric field vibration surface 204. In the same way, the case of the twist angle of 193 degrees, and $\Delta n d = 0.58$ being the condition that the incident light which becomes a linearly polarized light goes in, becomes a circularly polarized light on the reflecting surface, and becomes the linearly polarized light whose plane of polarization rotates by 90 degrees against the incident light on the emitting surface after the reflection is also caused by the same structure. In such a way, since a large $\Delta n d$ value is taken, a large manufacturing margin is taken against thickness of the liquid crystal layer, and also, since the emitted light becomes roughly a linearly polarized light, a light quantity loss is scarcely caused.

Data supplied from the esp@cenet database - I2

⑩ 日本国特許庁(JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A) 平2-236523

⑬ Int. Cl.⁵

G 02 F 1/1335

識別記号

5 2 0

庁内整理番号

8106-2H

⑭ 公開 平成2年(1990)9月19日

審査請求 未請求 請求項の数 9 (全8頁)

⑮ 発明の名称 反射型液晶電気光学装置

⑯ 特 願 平1-154017

⑰ 出 願 平1(1989)6月16日

優先権主張 ⑱ 昭63(1988)7月14日 ⑲ 日本(JP) ⑳ 特願 昭63-176036

㉑ 発 明 者 曾 根 原 富 雄 長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内

㉒ 出 願 人 セイコーエプソン株式会社 東京都新宿区西新宿2丁目4番1号

㉓ 代 理 人 弁理士 鈴木 喜三郎 外1名

明 細 書

1. 発明の名称

反射型液晶電気光学装置

2. 特許請求の範囲

1. 対向する二枚の基板間にツイストしたネマチック液晶を挟持した反射型液晶電気光学装置において、直線偏光した入射光が入り、反射面では円偏光となり、反射後射出面では入射光と90度偏光面が回転した直線偏光となるツイストしたネマチック液晶層を挟持したことを特徴とする反射型液晶電気光学装置。

2. 前記ツイストしたネマチック液晶の入射面の分子軸に平行、または垂直に直線偏光した入射光が入り、反射後射出面では入射光と90度偏光面が回転した直線偏光となるツイストしたネマチック液晶層を挟持したことを特徴とする請求項1記載の反射型液晶電気光学装置。

3. 前記ツイストしたネマチック層のツイスト

角がほぼ83度であることを特徴とする請求項1記載の反射型液晶電気光学装置。

4. 前記ツイストしたネマチック液晶層の層厚と複屈折の積がほぼ0.2であることを特徴とする請求項1記載の反射型液晶電気光学装置。

5. 前記ツイストしたネマチック層のツイスト角がほぼ193度であることを特徴とする請求項1記載の反射型液晶電気光学装置。

6. 前記ツイストしたネマチック液晶層の層厚と複屈折の積がほぼ0.58であることを特徴とする請求項1記載の反射型液晶電気光学装置。

7. 前記ツイストしたネマチック液晶層を形成する基板が液晶を駆動するための電界を制御するアクティブマトリクスを有することを特徴とする請求項1記載の反射型液晶電気光学装置。

8. 前記アクティブマトリクスを有する基板は不透明半導体基板であることを特徴とする請求項7記載の反射型液晶電気光学装置。

9. 前記アクティブマトリクスを有する基板は画素情報を分配するための駆動回路を同一基板上

に有することを特徴とする請求項7記載の反射型液晶電気光学装置。

3. 発明の詳細な説明

〔産業上の利用分野〕

本発明は液晶を用いた反射型液晶電気光学装置に関する。

〔従来の技術〕

従来のツイストした液晶を用いた反射型液晶電気光学装置は一軸性の電気光学媒体を1/4λの波長板として使うもの、USP.4019807、特開昭56-43681に記載のようにツイスト角を45度とし、かつ直線偏光した入射光は分子軸に対し傾けて入射するものであった。

〔発明が解決しようとする課題〕

しかし、従来の反射型液晶電気光学装置には液晶層の厚みに対し余裕が少なく、表示性能にむらが生じ易いという課題があった。更に出力光が楕円偏光であるために、光量の損失が生じるという課題もあった。そこで本発明では、ツイスト角と

入射偏光角の最適化をすることによって光量損失の少ない、製作上のマージンの多い反射型電気光学装置を提供することを目的とするものである。

さらに電界に対する液晶の光学特性の閾特性が急峻で、少ない実効値変化に対しても十分液晶が応答し、ハイデューティー駆動が可能な反射型液晶電気光学装置を提供することにある。

〔課題を解決するための手段〕

本発明の反射型液晶電気光学装置は

1. 対向する二枚の基板間にツイストしたネマチック液晶を挟持した反射型液晶電気光学装置において、直線偏光した入射光が入り、反射面では円偏光となり、反射後出射面では入射光と90度偏光面が回転した直線偏光となるツイストしたネマチック液晶層を挟持したことを特徴とする。

2. ツイストしたネマチック液晶の入射面の分子軸に平行、または垂直に直線偏光した入射光が入り、反射後出射面では入射光と90度偏光面が回転した直線偏光となるツイストしたネマチック液晶層を挟持したことを特徴とする。

3. ツイストしたネマチック層のツイスト角がほぼ63度であることを特徴とする。

4. ツイストしたネマチック液晶層の層厚と複屈折の積がほぼ0.2であることを特徴とする。

5. ツイストしたネマチック層のツイスト角がほぼ193度であることを特徴とする。

6. ツイストしたネマチック液晶層の層厚と複屈折の積がほぼ0.58であることを特徴とする。

7. ツイストしたネマチック液晶層を形成する基板が液晶を駆動するための電界を制御するアクティブマトリクスを有することを特徴とする。

8. アクティブマトリクスを有する基板は不透明半導体基板であることを特徴とする。

9. アクティブマトリクスを有する基板は画素情報を分配するための駆動回路を同一基板上に有することを特徴とする。

以下、実施例により本発明の詳細を示す。

〔実施例〕

実施例1

第1図は本発明の反射型電気光学装置の断面図である。透明基板101と反射性膜102を設置された対向基板103の間にツイストしたネマチック液晶104がはさまれた構造となっている。105は電界を液晶層に印加するための透明電極である。もう一方の電極は金属薄膜で形成された反射性膜102が兼ねている。さらに入射面、透明電極面には減反射コーティング106が施され、不要な光線反射を抑制している。第2図は液晶の配向を示す斜視図である。第2図はネマチック液晶層のツイスト角201は63度、液晶の複屈折と液晶層厚の積(μm単位、以下、Δndと称する)は0.2の場合である。近接して設置された偏光素子により直線偏光となった入射光は、入射側の液晶分子202のダイレクター203に電界振動面204に沿って入射するように角度が設定されている。つまり分子の配列は、印加電圧が零の時、第2図のように基板界面で平行に配向し、上下の基板間で63度をなすように配向処理されている。この配向処理はラビング、射方蒸等により行うことができる。同じように直線偏

光した入射光が入り、反射面では円偏光となり、反射後出射面では入射光と90度偏光面が回転した直線偏光となる条件である193度のツイスト角、 $\Delta n d = 0.58$ の場合も同様な構造である。

第3図は第1図の装置の印加電圧と反射率(550nm)の特性である。実線が63度ツイストの場合、破線が193度ツイストの場合である。

初めに電圧が零の時を説明する。直線偏光402が入射すると、第4図に示すように楕円偏光の軌跡が回転する。反射面ではほぼ円偏光401となり、位相が180度回転し反射される。再び液晶層を透過し、出射面ではほぼ90度偏光面が回転した直線偏光403となり出射する。このため偏光素子で阻止され、反射率が低下する(オフ状態)。次に電圧が印加された場合を説明する。液晶分子は誘電率の異方性のために、電界方向に再配列する。これにより入射光に対する複屈折の異方性が消失し、入射した直線偏光がそのまま維持されて反射し、出射する。従って反射率の低下はない。(オン状態)

反射面では円偏光となり、出射面では入射時と90度回転した直線偏光となる。これを1/4入板の場合と比べると、液晶のダイレクターに沿って偏光が入射するため、複屈折を感受しにくく、同じ位相の変化を受けるためには大きな $\Delta n d$ を必要とすること、 $\Delta n d$ に対する周期性が少ないことが特徴である。これは液晶層の厚みを比較的大きく設定でき、製造におけるマージンを確保するものである。

また、 Δn の効果は液晶のダイレクターに対し直線偏光が垂直に入射した場合も全く同様に働く。これは Δn には正負が無いためである。

第6図(a)、(b)はパラメーターに偏光素子の液晶のダイレクターに対する配置角を取り、 $\Delta n d$ と反射率の関係を示すものである。これによると偏光素子の方向が+30度の時にも反射率が零の条件がある。この場合の楕円偏光の軌跡を見ると第4図と同じように反射面で円偏光になっている。

パラメーターを振ることによってこの様な条件

このような偏光の変化を生ずるのは限られた条件のもとであり、この条件を鋭意検討した結果本発明にいたった。液晶層に求められる光学的な特性は、直線偏光の入射に対し透過後円偏光となること、反射層で位相が180度シフトし、液晶層を逆に透過したときに90度偏光面が回転していることのみたつである。尚、ここでは63度ツイストの場合を図示した。193度ツイストの場合には楕円偏光の回転が複雑になるが上に述べた二つの条件を満たし、基本的な動作は変わらない。

第5図(a)、(b)は $\Delta n d$ とオフ時の反射率を示すグラフである。なおパラメーターに液晶層のツイスト角を取り、入射光の偏光面は入射面の液晶分子のダイレクターに合わせた。オン時の反射率は、偏光素子の透過率によって決まり、ほぼ一定である。これによると、約80度のツイスト角、 $\Delta n d = 0.2$ の時に反射率がほぼ零となることが分かった。更に詳細に調べた結果、63度のツイスト角が最適であることが分かった。この時の楕円偏光の軌跡をみると、第4図に示すように、

を他にも見つけることができる。しかし、波長による反射率変動を低く抑えるためには最小の $\Delta n d$ に設定する必要がある。さらに極端に小さな $\Delta n d$ では液晶厚が小さくなりすぎるため、この間で選択する必要がある。光学長が2倍になる反射型では、透過型の液晶素子では許容される液晶厚が製作上の問題となる。そこで $\Delta n d$ が少しでも大きいことが求められる。これは素子製作のマージンを大きくするためである。前述の $\Delta n d = 0.2$ の条件でみると、 Δn が小さな液晶の典型的な値、 $\Delta n = 0.08$ では、 d が2.5 μm となる。これに対し、従来例で述べた45度ツイストしたタイプでは、最適な液晶厚が2 μm を下まわり、素子の均一性や歩留まりを低下させる要因になっている。

第1図に示すような画素を作らない前面電極タイプは、自動車の電気制御防眩ミラーや光シャッターとして用いることができる。特に電気制御防眩ミラーに応用すると、従来の二色性色素タイプや、偏光板を表裏に設置したTNタイプに比べ透

明時の反射率が高い効果が認められた。

また通常の液晶素子と同様X Yマトリクスによってアドレスし、反射型の液晶表示装置とすることももちろん可能である。

また193度のような大きなツイスト角では、第3図破線のように電圧に対する光学応答が急峻となる。この場合、反射率が90%となる電界 V_{TH} と反射率が10%となる電界 V_{SAT} との比 V_{SAT}/V_{TH} は1.08程度であった。従って、液晶層に印加される電界の実効値変化が少なくとも液晶は十分応答することができ、高コントラストな表示が可能となった。

尚、同調させる光の波長によって、本実施例で述べた条件がシフトする。この割合は $\lambda(nm)/550$ である。

実施例2.

第7図は偏光素子に偏光ビームスプリッター(以下、PBSと称する)を用いた反射型液晶電気光学装置の構成図である。

701がPBSであり、光源光703を直線偏光し液

晶パネル702に入射させる。液晶パネルの構成、出射までのプロセスは実施例1と同様である。出射光を検光する手段がPBSでは入射時と90度ずれている。このため反射出力光は無電界時に小さくなり、印加電圧と反射率の特性は、実施例1の第3図と縦軸に対し対称なものとなる。

実施例3.

第8図はアクティブマトリクスによってアドレスされた反射型電気光学装置の断面図である。第8図はMOSトランジスターを各画素に配置した例である。802は画素電極、803は層間絶縁層、804は液晶層、805は対向する透明基板806に蒸着された透明電極、807は偏光板である。ここで用いたデバイスは日経エレクトロニクス(1981)2月18日号p.184に記載のものに準じている。詳細の仕様を第1表に示す。

第1表

画素数	220×320
画素ピッチ	80×90 μm
駆動電圧	$\pm 4v$ (X側) 12v (Y側)
表示モード	TH-ECB(電界効果複屈折)
液晶層厚	2.4 μm
$\Delta n d$	0.2
ツイスト角	63°
制御基板	不透明半導体基板(Si)
反射面(電極)	Al(SiO ₂ の α -n ⁺ -コート付)
プロセス	CMOS
画素トランジスター	NMOSトランジスター
ゲート	ポリシリコン
シフトレジスター	スタティック

他にもTFT、ダイオード等をアレイ化したアクティブマトリクスに適用することができる。

このような反射型の表示モードを用いると、第8図に示すように配線やアクティブ素子を画素電極の下に設置することができる。この結果、画素面積に対する実際の画素である画素電極の割合(開口率)を、配線やアクティブ素子に係わらず大きく確保でき、画素数の増加にともなう開口率の低下を防ぐことができる。

さらに配線や画素のアクティブ素子だけでなく、シフトレジスター等の画素情報を分配するための駆動周辺回路を同一のSi基板上に内蔵することができる。第10図はその構成図である。X側は320段のシフトレジスター1001とサンプルホルダー1002、Y側は220段の同じくシフトレジスター1003を表示領域1004の周辺に形成されている。これらはCMOSプロセスで形成されている。

また透過型の構造では開口率を上げるために配線幅に制限があったが、本発明では低抵抗の金属配線を、ルールの制限なく画素電極の下に設置で

きるため、配線抵抗による伝送帯域の低下も生じ難い。

またゲストホスト型と比較すると、光量の損失が少ない。さらに従来のTN型反射液晶素子のように下側に偏光板、拡散型の反射板を必要としないため表示が明るく、カラーフィルターを用いることにより少ない照明下でもカラー画像が得られる利点がある。

更に液晶厚が薄いため、液晶層の保持容量が増加する利点もある。

実施例4.

第9図は光によって書き込むタイプの反射型電気光学装置の断面図である。901は光導電体層であり、光によってインピーダンスが変化し、液晶層902にかかる電界を制御する。903は反射ミラー、904は透明電極である。この様な装置は特開昭56-43681や、J.Opt.Soc.Am., Vol.70, No.3, 287(1980)に開示されているが、本実施例では、液晶層の構成を前述したように $\Delta n d$ を0.2とし、約

らに光量損失を減らす効果がある。

反射の表示モードであることから不透明なSi基板を用いることが可能となり、ドライバー回路等の周辺回路を集積できる効果がある。これにより実装が極めて簡単となり、コスト、信頼性が有利となる。

4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明の反射型電気光学装置の断面図である。

第2図は液晶の配向を示す斜視図である。

第3図は第1図の装置の印加電圧と反射率(50nm)の特性図である。

第4図は楕円偏光の軌跡図である。

第5図(a)、(b)は $\Delta n d$ とオフ時の反射率を示すグラフである。

第6図(a)、(b)は $\Delta n d$ と反射率の関係を示すグラフである。

第7図は偏光素子にPBSを用いた反射型液晶電気光学装置の構成図である。

60度ツイストさせている。これにより従来は $\Delta n d = 0.18$ と小さく、液晶層厚が2 μm 以下であったものが、本発明では2 μm 以上に液晶層厚を増やすことができた。またPBSを用いて最適配置をした場合のオフ反射率が最大80%程度であったが、これもほぼ100%近くとれるようになった。

以上実施例を述べたが、本発明は以上の実施例のみならず、広く反射型の光制御装置に応用が可能である。

[発明の効果]

以上述べたように本発明によれば、従来より大きな $\Delta n d$ 値をとれるため、液晶層の厚みに対し製作上のマージンを多くとれる。また出射光がほぼ直線偏光となるため、光量損失が少ないという効果を有する。

また、画素をアドレスする手段(トランジスタ等)によって開口率を減少させることがなく、さ

第8図はアクティブマトリクスによってアドレスされた反射型電気光学装置の断面図である。

第9図は光によって書き込むタイプの反射型電気光学装置の断面図である。

第10図は周辺回路を内蔵した反射型電気光学装置の構成図である。

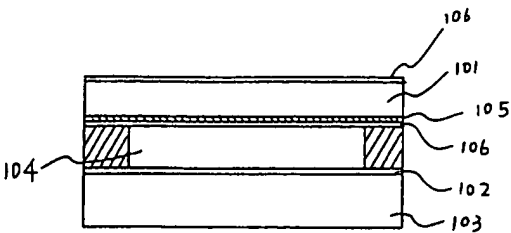
- 101 ... 透明基板
- 102 ... 反射性膜
- 103 ... 対向基板
- 104 ... ツイストしたネマチック液晶
- 202 ... 液晶分子
- 203 ... ダイレクター(分子軸)
- 204 ... 偏光の電界振動面
- 401 ... 反射面での円偏光
- 701 ... PBS
- 801 ... MOSトランジスター
- 901 ... 光導電体
- 902 ... 液晶層
- 903 ... 反射ミラー
- 1001, 1003 ... X、Yのシフトレジスター

1002 ... 977° 88-89° -

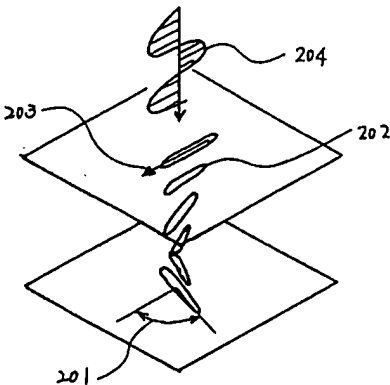
1004 ... 表示領域

以上

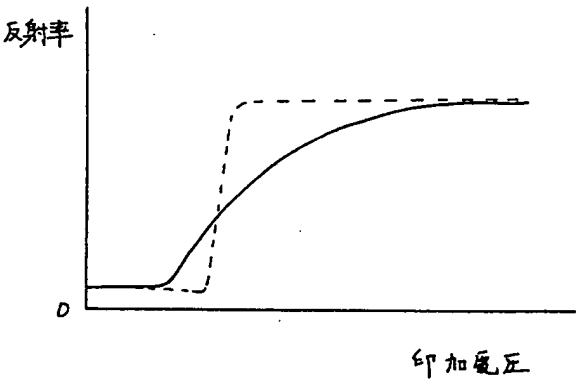
出願人 セイコーエプソン株式会社
代理人 弁理士 鈴木喜三郎 (他 1 名)



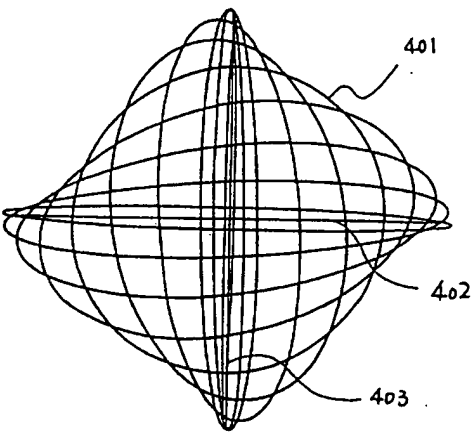
第 1 図



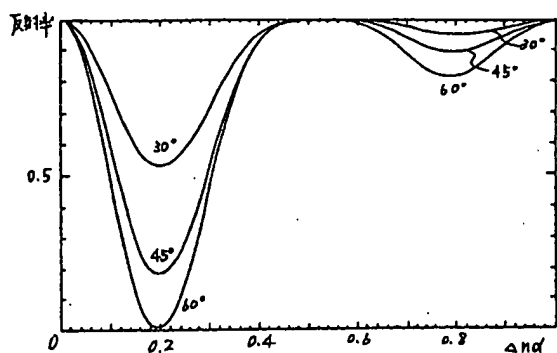
第 2 図



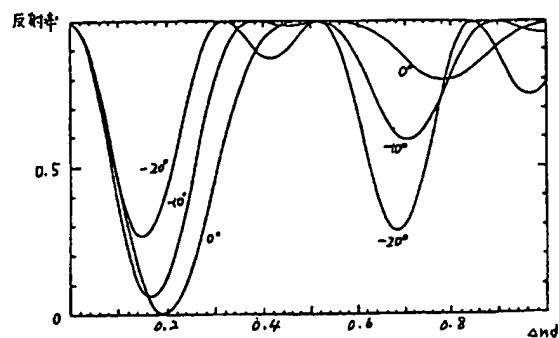
第 3 図



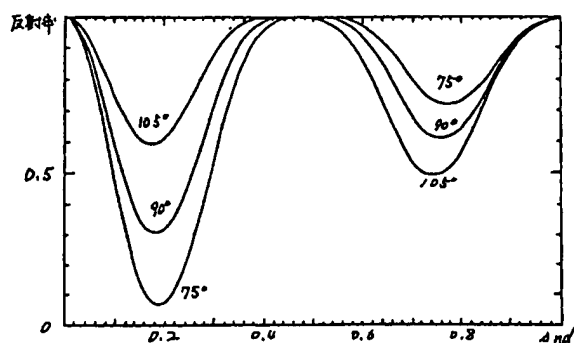
第 4 図



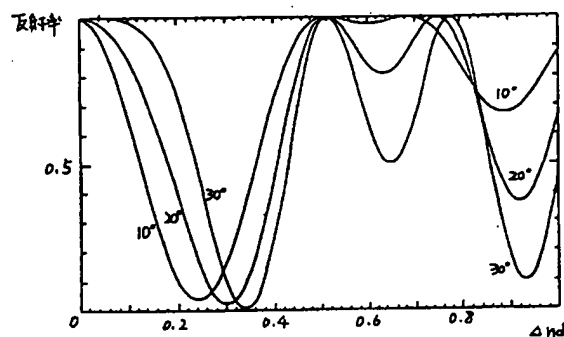
第 5 図 (a)



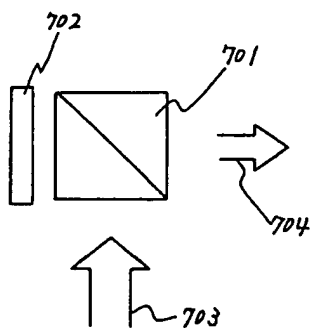
第 6 図 (a)



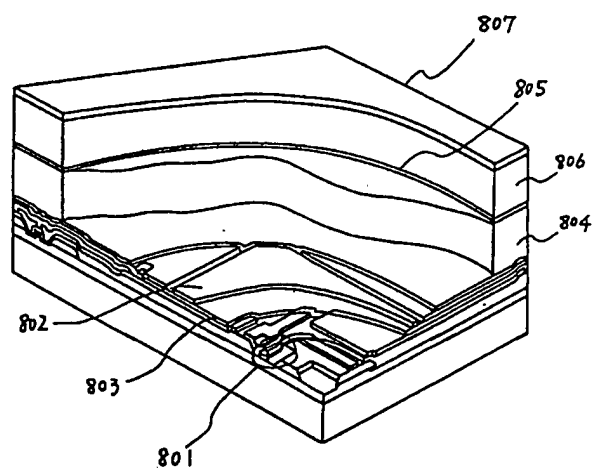
第 5 図 (b)



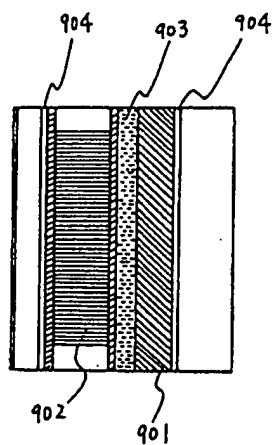
第 6 図 (b)



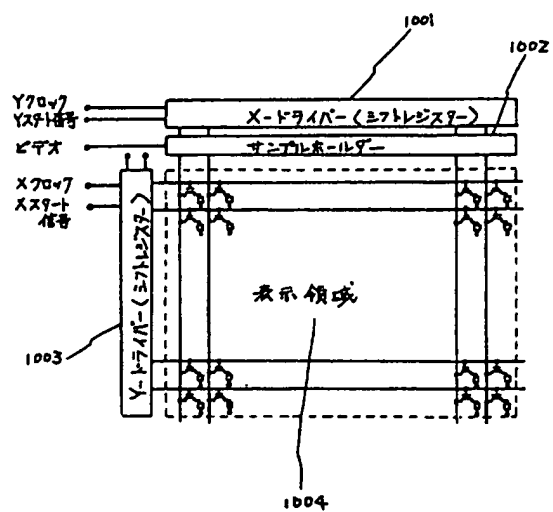
第 7 図



第 8 図



第 9 図



第 10 図